

Seit wann gibt es Informatik?

Vollmar, Roland

Veröffentlicht in:
Abhandlungen der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft Band 51, 2001,
S.25-47



J. Cramer Verlag, Braunschweig

Seit wann gibt es Informatik?

von **Roland Vollmar**, Karlsruhe

(Eingegangen 28.06.2001)

Zusammenfassung

Als primärer Anlaß für das Entstehen der Informatik wird der Computer gesehen. Vier zu ihm führende Entwicklungsstränge, nämlich (allgemeine) Automaten, logische Maschinen, Rechenmaschinen und Lochkartenmaschinen, werden skizziert. Auf die ersten Computer in Deutschland wird eingegangen.

Nach der Herausstellung der den Computer charakterisierenden Fähigkeiten werden seine Einsatzmöglichkeiten in Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie beschrieben. Deren Breite und Vielfalt – nur möglich mit den entsprechenden „Anpassungen“ durch Software – bedingt m.E. den Erfolg der Informatik und spiegelt sich auch wider in den Auffassungen über die Informatik als Wissenschaft und Fach, von denen einige abschließend zitiert sind.

0. Vorbemerkungen

- Dieser Aufsatz stellt die ausführlichere Fassung des Vortrages mit demselben Titel dar, der im Rahmen der Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft am 18. 5. 2001 in Braunschweig gehalten wurde.

Da diese Veranstaltung der Verleihung der Gauß-Medaille an Herrn Robert Piloty voranging, sind Bezüge auf ihn herausgehoben.

- Wir konzentrieren uns hier auf die Informatik in Deutschland (bzw. noch eingeschränkter auf die der Bundesrepublik Deutschland bis zu den 80er Jahren), was auch bedeutet, daß wir nicht diskutieren, in welchem Verhältnis die in den USA als „Computer Science“, „Computing Science“, „Computer Engineering“ oder gar „Information Science“ bezeichneten Disziplinen zur Informatik stehen, und auch die einschlägigen geschichtlichen Tatsachen werden wir höchstens streifen.
- Im folgenden werden die Begriffe „Computer“, „Rechner“, „Rechenanlage“, „Rechenautomat“, „Universalrechenautomat“, ... synonym benutzt. In den Zitaten kommen noch weitere Bezeichnungen vor. Wir wollen uns nicht weiter festlegen, sondern auf die Zeitgebundenheit des betreffenden Gebildes verweisen.
- Für die Beantwortung der Titelfrage ist es entscheidend, was unter „Informatik“ zu verstehen ist – und darüber herrscht noch nicht einmal unter den Inhaberinnen und

* Prof. Dr.-Ing. Roland Vollmar · Wendtstraße 10 · D-76185 Karlsruhe

Inhabern entsprechender Lehrstühle Konsens. Ich werde nicht die üblicherweise mit abstrakten („technischen“) Begriffen geführte Diskussion darstellen, sondern versuchen – auch im Interesse von Nicht-Fachleuten – mit allgemeinverständlichen Aufgabenstellungen das Gebiet pointillistisch zu zeichnen.

1. „Formale Sicht“

Die Frage „seit wann gibt es ‘Informatik’?“ ist leichter zu beantworten und die nach ‘Informatique’ definitiv auf den 19.1.1968 zu datieren als die Académie Française diesen Begriff einführte (Görke [12])¹.

Nach Görke [12] wurde „Informatik“ seit 1968 als Entsprechung von „Computer Science“ publizistisch verwendet.

„Vorher existierte das Wort in Deutschland nur als Warenzeichen der Firma SEL für elektrotechnische Maschinen und Anlagen. So hatte diese Firma bereits 1957 ein „Informatik-System“ zur automatischen Auftragsbearbeitung für ein Großversandhaus entwickelt und übergeben und für die Produktion und Entwicklung ein „Informatikwerk“ aufgebaut, das mehrere Jahre bestand [...]. Von K. Steinbuch stammt aus dem gleichen Jahr ein Fachaufsatz „Informatik: automatische Informationsverarbeitung“ [...], der schon damals anschaulich die Grundfunktionen und Themen dieses Gebietes beschreibt, allerdings stark auf Geräte der Elektrotechnik ausgerichtet. Erst die verbreitete Einführung kommerzieller elektronischer Rechner im anschließenden Jahrzehnt machte deutlich, daß durch die notwendige Programmierung ein ganz neuer Aspekt die Weiterentwicklung beeinflussen sollte. Dankenswerterweise hat SEL die Verwendung des Begriffs im wissenschaftlichen bzw. universitären Bereich freigegeben, wie im Bundesforschungsministerium seit 1970 aktenkundig ist.“ (Görke [12])

Aber unsere Frage zielte ja wohl etwas „tiefer“, nämlich darauf, den Ursprung des Faches bzw. der Wissenschaft ins Licht zu rücken. Der Name „Robert Piloty“ hätte bereits fallen können, er war nämlich Mitarbeiter im Informatikwerk der SEL. Ins Zentrum unserer Betrachtungen rückt er jedoch mit der Einführung des Studiengangs Informatik: Herr Piloty war nämlich Vorsitzender eines Ausschusses des Bundesministers für wissenschaftliche Forschung, der in einer Sitzung am 19.1.1968 (Donth [10]) empfahl, an „einigen geeigneten Hochschulen, vorzugsweise an solchen, die sowohl über elektrotechnische als auch mathematische Fakultäten bzw. Abteilungen verfügen [...] die Einrichtung eines Studiengangs Informatik“ zu fördern.

Herr Piloty beließ es nicht bei dieser Empfehlung, sondern engagierte sich auch nachhaltig als Vorsitzender eines Ad-hoc-Ausschusses „Einführung von Informatik-Studiengängen“ hinsichtlich der inhaltlichen Ausgestaltung der dann schnell gegründeten Infor-

¹ Nach Coy [6] geschah dies allerdings schon 1967 folgendermaßen: „Science du traitement rationnel, notamment par machines automatiques, de l’information considérée comme le support des connaissances humaines et des communications dans les domaines technique, économique et social“.

matik-Forschungsgruppen. Dabei leistete der Bund mit dem „Überregionalen Forschungsprogramm Informatik“ einen entscheidenden, nicht nur finanziellen Beitrag. Es wären hier noch weitere herausragende Positionen von Herrn Piloty zu nennen - ich will jedoch der Laudatio von Kollegen Leilich nicht vorgreifen. Wohl aber will ich darzustellen versuchen, warum Herr Piloty so erfolgreich war - nicht nur als ein „in Bewegung Versetzender“ sondern auch als Wissenschaftler, wobei letzteres für das erstere eine *conditio sine qua non* war.

2. Zum Computer hinführende Entwicklungsstränge

Dazu muß ich weit ausholen und komme dabei auch zu Antworten auf meine eigentliche Ausgangsfrage, nämlich der nach der Entstehung der Informatik als Wissenschaft.

Als spontane Antwort auf die Frage nach der Eigenheit der Informatik wird man wohl meist „der Computer“ zu hören bekommen. Ich werde versuchen zu erläutern, warum ich diese Auffassung teile, auch wenn sie von manchen meiner Kollegen als eher veraltet betrachtet wird. So sagt z.B. Brauer [4] dazu: „Der Computer als rechnende Hilfskraft war lange Zeit das Paradigma der Informatik.“ Im Zusammenhang mit der Beschreibung des Einflusses, den die Informatik auf andere Fächer und auf unser tägliches Leben ausübt, und der ihr die wichtige Rolle zuweist, die sie zumindest derzeit auch im öffentlichen Bewußtsein einnimmt, werde ich meine Gründe darlegen.

2.1 Allgemeine Automaten

Was ist nun ein „Computer“? Eine naheliegende Umschreibung ist die eines „Rechenautomaten“. Der Begriff des „Automaten“ führt uns zurück bis zum klassischen Griechenland; so wurden von Homer in der *Illiad* u.a. sich autonom bewegende Dreifüße geschildert, aber es gibt auch verbürgte Konstruktionen.

In diesem Bereich sind erstaunliche Produkte anzutreffen, von astronomischen Uhren bis zu den anthropoiden Automaten der frühen Neuzeit, wie z.B. Maillardets Automat, der in Französisch und Englisch schreiben konnte oder die Jaquet-Droz-Automaten, beide aus dem 18. Jahrhundert. Von den frühen unterscheiden sie sich – außer in ihrer exakteren Fertigung – vor allem durch ihre Multifunktionalität. Und hierbei tritt etwas ans Licht, was für unsere späteren Betrachtungen wesentlich sein wird, nämlich die Steuerung durch verschiedene, allerdings feste Programme.

Bei der Schaffung dieser Automaten mag der menschliche Spieltrieb Pate gestanden haben, sie entsprachen aber auch philosophischen Strömungen. (Nach der *Encyclopaedia Britannica* lieferte die Erfindung der mechanischen Uhren im 14. Jahrhundert den Philosophen eine Metapher für die Natur selbst.) Die Theorien Descartes' über die Maschineneigenschaften der Tiere ausweitend - und damit einen Skandal auslösend - veröffentlichte de la Mettrie 1748 (allerdings zunächst anonym) sein berühmtes Werk „*L'homme machine*“ (bzw. damals noch nach Kindlers Literaturlexikon [21] „*L'homme plus que machine*“ betitelt).

Im 19. Jahrhundert setzt sich eine rationalistische Zielsetzung durch:

„... Das Ziel also, welches sich die erfinderischen Köpfe der vergangenen Jahrhunderte, wir können nicht zweifeln, mit vollem Ernste und nicht etwa als einen hübschen Tand vorsteckten, war kühn gewählt, und wurde mit einem Aufwande von Scharfsinn verfolgt, der nicht wenig zur Bereicherung der mechanischen Hilfsmittel beigetragen hat, mit deren Hilfe die spätere Zeit einen fruchtbringenden Weg zu verfolgen verstand. Wir suchen jetzt nicht mehr Maschinen zu bauen, welche die tausend verschiedenen Dienstleistungen eines Menschen vollziehen, sondern verlangen im Gegenteil, daß eine Maschine eine Dienstleistung, aber anstelle von tausend Menschen, verrichte.“ (Helmholtz zitiert nach Güntsch [16])

2.2 Logische Automaten

Bereits viel früher gab es aber ein Bemühen um die Konstruktion von Geräten – sie Automaten zu nennen, wäre wohl in den meisten Fällen nicht gerechtfertigt –, die der Erleichterung bzw. der Unterstützung geistiger Tätigkeiten des Menschen dienen sollten.

Wenn wir dabei die schon sehr lange Zeit bekannten Abaki in ihren unterschiedlichen Ausprägungen außer acht lassen, fällt als ältestes interessante Gerät das von Raimundus Lullus (1235-1315) aus dem 13./14. Jahrhundert auf.

In seiner „Ars Magna“ benutzte er logische Diagramme und einfache Geräte zur Unterstützung seiner theologischen Ableitungen. Er ging davon aus, daß jeder Wissensbereich aus einer endlichen Anzahl von Grundwahrheiten bestehe, aus denen durch Permutieren alle wahren Aussagen erhalten werden können. Um dies zu systematisieren und zu vereinfachen, konstruierte er aus zwei oder mehr konzentrischen Scheiben mit auf den Rändern notierten Grundaussagen Geräte, von denen die verschiedenen Kombinationen ablesbar waren.

Aus heutiger Sicht ist der Nutzen als gering einzuschätzen, waren doch weder logische Schlüsse damit zu ziehen noch war eine relevante Zeitersparnis erzielbar. Erwähnt werden muß R. Lullus aber allein schon wegen seines Einflusses, u.a. auf Cusanus, vor allem aber auf Gottfried Wilhelm Leibniz. Dabei sind hier nicht dessen epochalen Erfolge bei der Schaffung der Differential- und Integralrechnung und wohl auch nicht sein Entwurf einer Rechenmaschine zu nennen, sondern seine bis ins 20. Jahrhundert weitgehend unbeachtet gebliebenen Skizzen zu einem „Logik-Kalkül“. Nach Aspray [2] (übersetzt) beschreibt er „in seiner ‘De Arte Combinatoria’ (1666) [...] eine ‘algebraisch-logische Synthese’ mit der man in allen Gebieten ebenso mechanisch argumentieren kann wie man in der Algebra Schlüsse ziehen kann. Der erste Schritt war die Angabe einer universellen Sprache [...], um Gedanken in eindeutiger, symbolischer Weise auszudrücken. Leibniz experimentierte mit verschiedenen linguistischen Schemata, z.B. indem einfache Ideen durch Primzahlen und komplexe durch das Produkt dieser Zahlen repräsentiert werden.“

Erfolgreicher bei der Algebraisierung der Logik waren die beiden englischen bzw. irischen Mathematiker de Morgan und Boole. (Mit ersterem war übrigens Babbage sehr gut bekannt, letzterem begegnete er erst in seinen späten Jahren.) Mit dem Buch „An Investigation of the Laws of Thought“ (1854) begründete G. Boole die nach ihm benannte Algebra; es wird auch heute noch in den entsprechenden Informatik- und Elektrotechnik-Vorlesungen zitiert.

Weitergeführt wurde dieser Weg u.a. von Frege, Peano, Russell und Whitehead. Mit ihren Ergebnissen war eine Mechanisierung der Logik, d.h. auch, die Ausführung logischer Schlüsse durch Maschinen möglich geworden.

Aber bereits im 19. Jahrhundert wurden zu diesem Zweck Spezialgeräte konstruiert, die jedoch nicht sehr hilfreich waren und auch keine größere Aufmerksamkeit erregten.

2.3 Rechenmaschinen

Ein nicht viel anderes Schicksal hatten die ersten Rechenmaschinen, wobei auch hier keineswegs klar ist, welche Mechanismen darunter fallen. So entwarf z.B. John Napier, besser bekannt als der „Erfinder“ der Logarithmen, im 16. Jahrhundert ein System von mit Zahlen versehenen Stäbchen zur Unterstützung beim Multiplizieren. Schott kombinierte sie in einer Anordnung, die einem Rechengesetz, natürlich einem von Hand zu bedienenden, jedenfalls äußerlich ähnelt.

Wilhelm Schickard (1592-1635) wird heute die (erste?) Konstruktion einer funktionierenden mechanischen 4-Spezies-Rechenmaschine zugeschrieben. Er kannte die Napierschen Rechenstäbe (er hatte sogar brieflichen Kontakt mit ihm), aber sein entscheidender Einfall war die Benutzung von Zahnrädern und die Bewerkstelligung der Zehnerüberträge.

Das Wissen um die Schickardsche Maschine war schnell verlorengegangen: Seinen späten Ruhm hat er nur seiner Freundschaft mit Kepler zu verdanken, in dessen Nachlaß Briefe Schickards gefunden wurden und auch eine Skizze seiner Maschine - wohl von Kepler als Lesezeichen benutzt. Kepler muß aber noch aus einem viel wichtigeren Grund genannt werden: Seine Diskussionen mit Schickard gaben wohl den Anstoß zur Konstruktion einer Rechenmaschine. Schickard war ein wahrlich breit begabter und gebildeter Mensch; er war in Tübingen Professor für Hebräisch, orientalische Sprachen, Mathematik, Astronomie und Geodäsie, daneben war er ein guter Maler und Kupferstecher und auch Mechaniker. Aber m.E. hatte wohl Kepler ein stärkeres Bedürfnis nach Unterstützung seiner Berechnungen. Und bei vielen Erfindern liegt das Motiv darin, zu einer Verbesserung der Arbeit an einem drängenden Problem beizutragen. Von Blaise Pascal (1623 - 1662), dem lange der Bau der ersten Rechenmaschine zugeschrieben wurde, wird angenommen, daß er seinen Vater, der u.a. Steuerpächter in der Normandie war, für seine entsprechenden Berechnungen eine Hilfe an die Hand geben wollte. Konsequenterweise baute er auch nur 2-Spezies-Maschinen, wobei man für die Subtraktion mit dem Neuner-Komplement arbeiten mußte.

Ob die 4-Spezies-Maschine, die Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 - 1716) entwarf, aus dem Bemühen um die Erweiterung der Pascalschen entstand, wird mir aus der Literatur nicht klar. Wenn seine Konstruktion, zu der er „anscheinend aus Angst vor Nachahmern“ (Güntsch [16]) keine Beschreibung hinterließ, auch nicht exakt funktionierte (J.N. Lehmann zeigte, wie sie zu perfektionieren ist), so ist seine wesentliche Verbesserung wohl in der sog. „Staffelwalze“ zu sehen. (Das einzige Exemplar war rund 200 Jahre in der Universität Göttingen „verschollen“ und wird jetzt im Tresor der Landesbibliothek Hannover aufbewahrt.)

Es wären noch eine Reihe von Personen zu nennen, die zur Verbesserung und letztlich der Massenfertigung von mechanischen Rechenmaschinen beitrugen.

Mit Rechenmaschinen haben wir Geräte aufgeführt, die in gewissem Sinne Algorithmen einfacher Art, nämlich die vier arithmetischen Operationen, ausführen können. Eine Mehr-Spezies-Maschine läßt sich als ein Mechanismus betrachten, der auf Grundoperationen basiert und durch unterschiedliche Einstellung Verschiedenes bewirken kann. Nach der Eingabe von Zahlen wird rein „mechanisch“ (auch im übertragenen Sinne) das Ergebnis erhalten – eine Eigenschaft, die auch für Computer charakteristisch ist.

2.4 Programmgesteuerte Maschinen

Ein nächster Schritt zum Computer ist der Einsatz der Programmsteuerung. Wohl die einfachste Art, ein (festes) Programm zu materialisieren, ist das Fertigen einer Stachelwalze. So werden z.B. beim Drehen durch die Stacheln Metallzungen angerissen und so einfache Melodien erzeugt. Die sozusagen komplementäre Realisierung ist ein Lochstreifen oder eine Lochkarte.

„Leibniz starb 1716, aber nur neun Jahre später wurde ein Produktionsautomat mit ‘einschreibbarem Programm’ – so würden wir heute sagen – in Gestalt eines Webstuhls gebaut, der durch einen Lochstreifen gesteuert wurde. 1725 tat dies der Franzose Basile Bouchon aus Lyon, und nur drei Jahre später, 1728, ging sein Landsmann und Mitbürger Falcon dabei auf das andre verwandte Eingabemittel über, die Lochkarte. Dieser durch Lochkarten gesteuerte Webstuhl hat dann mancherlei Verbesserungen erfahren, die bekanntesten 1801 durch Joseph Maria Jacquard, der diese Webstühle dann zu einer recht beträchtlichen wirtschaftlichen Anwendung brachte.“ (Kaufmann [20])

„Die erste Anwendung dieses Datenträgers auf die Steuerung von Informationsverarbeitungsprozessen stammt von Babbage, der 1833 Lochkartenbänder für die Ausführung von Operationen- und Datensequenzen für seine ‘Analytical Engine’ vorsah.“ (Güntsch [16])

Und damit kommen wir auf Charles Babbage (1791 - 1871) zu sprechen, ein lange Zeit in Vergessenheit geratenes Genie. „Babbage war zuerst Mathematiker. Er leistete wichtige Beiträge zur reinen Mathematik und gestaltete mit zwei Freunden die Mathematik in Cambridge, und damit in ganz Großbritannien, um. Im Alter von dreißig Jahren vollzog er einen in seiner Plötzlichkeit überraschenden Orientierungswechsel. Er fing an, eine Maschine für die Verfertigung mathematischer Tabellen zu konstruieren: die Fabrikation der Zahl. Der Bau dieser Maschine, seiner ersten Differenzmaschine, führte zu wesentlichen Fortschritten auf dem Gebiet der Werkzeugmaschinen und der Maschinenbautechnik und beeinflusste die gesamte Entwicklung des Präzisionsmaschinenbaus. 1834 begann Babbage mit einem neuen Projekt, den Analytischen Maschinen. Einzigartige Vorläufer des modernen Computers, stellen diese fast in Vergessenheit geratenen und dann Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts wiederentdeckten Maschinen eine der großen intellektuellen Leistungen in der Geschichte der Menschheit dar.“ (Hyman [18])

Auch bei Babbage kam der Impuls zum Nachdenken über eine Rechenmaschine aus Diskussionen mit dem befreundeten Astronomen John Herschel. Die zahlreichen Fehler in mathematischen und insbesondere nautischen Tafeln sollten zumindest reduziert werden.

Zur „Analytical Engine“, die von ihm ebensowenig wie die „Difference Engine“ fertiggestellt wurden, kann hier nur gesagt werden, daß sie alle Elemente eines modernen programmgesteuerten Rechenautomaten enthielt, nämlich Ein- und Ausgabegeräte, Steuerwerk, Rechenwerk und Speicher. Betrieben werden sollte sie mit Dampf. Bez. ihrer „Universalität“ sei nochmals Güntsch [16] zitiert:

„Damit war Babbage dem Konzept eines universalen Rechenautomaten heutiger Prägung [...] schon außerordentlich nahe. Wobei der wichtigste Gedanke, daß Programmabläufe wesentlich von Daten, insbesondere Eingangsdaten, abhängen können, klar formuliert ist, aber auch die letztlich entscheidende Einsicht, daß Programme Information, Daten sind, die ihrerseits wieder als Objekte von Programmabläufen transformiert werden können, klingt bei Babbage an [...].“

Lassen Sie uns jetzt einen großen zeitlichen Sprung machen zu Konrad Zuse (1910 - 1995). Er kannte weder Babbages Arbeiten noch die darauf aufbauenden als er sich bereits als Student des Bauingenieurwesens Mitte der 30er Jahre Gedanken über eine Mechanisierung der in diesem Fach notwendigen umfangreichen Rechnungen machte. Er nahm sich des Problems sehr grundsätzlich an, legte sich sehr früh auf das Dualsystem und eine Gleitkommadarstellung fest und entwickelte u.a. eine Schaltalgebra.

Nach dem Bau der Z1 und der Z2, zwei recht unzuverlässig arbeitenden Rechnern, stellte er vor ziemlich genau 60 Jahren, nämlich am 12. Mai 1941, mit der Z3 den ersten funktionstüchtigen, programmgesteuerten, frei programmierbaren Rechner vor.

Wenn dieses Ereignis entsprechend gewürdigt oder überhaupt von einem größeren Kreis zur Kenntnis genommen worden wäre, hätte damit die Informatik in Deutschland starten können. Zuse allein war nämlich auch danach sehr aktiv: Er baute die Z4, die er auf abenteuerlichen Wegen 1945 ins Allgäu brachte und deren Vermietung an die ETH Zürich ab 1950 ihm die finanzielle Grundlage für seine Firma „ZUSE KG“ (übrigens nicht seine erste) verschaffte – und nicht zuletzt mit deren Hilfe sich das Mathematische Institut der ETH zu einem Kompetenzzentrum entwickelte. In der Zwischenzeit hatte er mit der Schaffung des „Plankalküls“ – im Manuskript 1945 fertiggestellt, aber zunächst unveröffentlicht – eine weitere epochale Leistung vollbracht, nämlich die Festlegung der ersten höheren Programmiersprache. Spätestens mit dieser Arbeit wird auch deutlich, daß es Konrad Zuse sehr wohl bewußt war, daß seine Maschinen nicht nur als Unterstützung beim Rechnen eingesetzt werden konnten, sondern daß sie geeignet waren, Datenverarbeitung in einem umfassenden Sinne zu betreiben: U.a. hat er Sortier-, Graphen- und sogar Schachspiel-Algorithmen entwickelt.

Zuse schreibt 1962 dazu (Zuse [38]):

„The aim of the ‘Plankalkül’ was to create the theoretical preconditions for the formulation of problems of a very general nature.“

Meiner Überzeugung nach war mit dem möglichen Einsatz von Maschinen zur Symbolmanipulation *der* entscheidende Schritt zur Etablierung der Informatik getan, worauf ich später nochmals zu sprechen kommen werde.

Aber die Nachkriegssituation in Deutschland verhinderte, daß Konrad Zuse eine „so richtig ‘ansprechbare’ Umwelt vorfand“ (Kaufmann [20]). So stand die westdeutsche

Industrie „bis zur Ratifizierung der Pariser Verträge 1954/55 unter dem alliierten Verbot der Entwicklung elektronischer Geräte. Darin lag jedoch nicht der einzige und wohl auch nicht der entscheidende Grund dafür, daß sie sich gegenüber der elektronischen Rechner-technik bis zur Mitte der 50er Jahre abwartend verhielt. Die großen Unternehmen waren seit der Währungsreform 1948 mit der Neuorganisation ihrer Betriebe in Westdeutschland beschäftigt und bemühten sich um die Wiederaufnahme ihrer alten Produktionen.

Der Einstieg in das anfangs auch den Interessierten wenig bekannte Rechnergebiet erforderte nicht nur hohe Investitionen für langjährige Entwicklungsarbeiten, für die es weder Fachleute noch vielversprechende Marktaussichten gab, sondern stellte auch technische Aufgaben, die noch nicht gelöst werden konnten. [...]

Als wichtigste Hersteller der neuen elektronischen Rechner präsentierten sich die ausländischen Büromaschinenkonzerne, denen die konkreten Probleme der Lochkartentechnik den Einstieg nahelegten. Sie wechselten in ihrer Produktion von der mechanischen zur elektronischen Technologie, behielten jedoch den Markt bei und konnten die dort gewonnene Erfahrung weiter nutzen.“ (Petzold [25])

Und damit sind wir auf einen Entwicklungsstrang zu sprechen gekommen, der m.E. besondere Aufmerksamkeit verdient: die Lochkartenmaschinen.

Herman Hollerith (1860 - 1929) entwickelte im Hinblick auf die wieder 1890 in den USA bevorstehende Volkszählung eine entsprechende Maschine, die ihre Konkurrenten in der Geschwindigkeit weit übertraf. Daneben erkannte Hollerith sehr früh die Möglichkeiten zum Einsatz solcher Maschinen für Buchhaltungszwecke. Er gründete eine Firma zur Herstellung von Lochkartenmaschinen, die nach einer erfolgreichen Entwicklung, u.a. unter der Leitung von Thomas J. Watson, 1924 den Namen IBM erhielt. Die Forderungen der Wirtschaft führten auch zu neuen Entwicklungen: „... die alphabetische Ausstattung war eine direkte Antwort auf das Bedürfnis, Namen, Adressen und alphabetische Beschreibungen auf den auszugebenden Listen zu drucken; ...“ (Aspray [2]). Zudem wurden sie auch zur Multiplikation befähigt, so daß sie außer im kommerziellen Bereich auch zumindest in bescheidenem Umfang für wissenschaftliche Berechnungen einsetzbar wurden.

Wenn ich auch diesem Entwicklungsstrang für die späteren Erfolge der Informatik eine hohe Bedeutung beimesse, trug er m.E. sehr wenig zur Etablierung des Faches bei. Dies geschah vielmehr durch die Pionierarbeiten in Darmstadt, Dresden, Göttingen und München, die wir dennoch hier nur ganz kurz streifen können.

Das Darmstädter Institut für Praktische Mathematik hatte unter Alwin Walther schon sehr früh auf die „instrumentelle Mathematik“ gesetzt, so daß es geradezu folgerichtig war, nach dem Krieg auch die Entwicklung von Rechenmaschinen zu betreiben, insbesondere als Alwin Walther Kontakte zu Howard Aiken, einem der amerikanischen Rechnerpioniere geknüpft hatte.

Joachim N. Lehmann ist in Dresden – in dem durch Prof. Willers geschaffenen Umfeld – auch schon früh nach dem Krieg beim Entwurf und der Realisierung von Rechnern sehr erfolgreich tätig geworden.

Die insbesondere im wissenschaftlichen Bereich – der Struktur der Universität entsprechend – sehr wirkungsvoll eingesetzten Göttinger Rechner gehen alle auf Heinz Billing zurück.

Etwas ausführlicher wollen wir auf den Münchner Weg eingehen, bei dem die Konzeption und der Bau der PERM am Anfang stehen. Dies nicht allein deshalb, weil hier die oben angesprochene Kompetenz von Robert Piloty sichtbar wird, sondern auch, weil die Münchner Arbeiten nahtlos in eine starke Informatik mündeten, im Gegensatz zu denen in Darmstadt und Göttingen – aus unterschiedlichen Gründen, die hier nicht diskutiert werden können.

Robert Piloty hatte 1948 als junger Absolvent der Nachrichtentechnik bei einer Summer School am MIT unter anderem die Rechenanlage „Whirlwind“ kennengelernt und auch von den Arbeiten John von Neumanns auf diesem Gebiet Kenntnis erhalten. Er konnte seinen Vater, Hans Piloty, dazu gewinnen, eine Eigenentwicklung zu unterstützen und auch Mittel von der neu gegründeten Deutschen Forschungsgemeinschaft einzuwerben.

1952 war ein Entwurf für die PERM – ein Akronym für „Programmgesteuerte Elektronische Rechenanlage München“ fertiggestellt, und 1956 konnte sie noch ohne Ferritkernspeicher und 1958 voll in Betrieb gehen (nach Güntsch [16]; in Petzold [25] sind andere Daten genannt).

Auf die zukunftsweisenden Konzeptionsentscheidungen, wie die nach den Worten Hans Pilotys eine „reine Parallelmaschine“ (Piloty [26]) zu bauen, wollen wir hier nicht eingehen, sondern kurz auf die Motive für den Bau und die Folgen, weil sie m.E. für die Beantwortung unserer Ausgangsfrage wichtig sind.

Nach Petzold [25] war Hans Piloty daran interessiert, für seine Forschungen auf dem Gebiet der „sehr mathematisierte[n] Theorie nachrichtentechnischer Filter“ eine leistungsfähige Maschine für numerische Berechnungen zu erhalten.

Hans Piloty gibt noch einen weiteren Grund an: „Wir haben von Anfang an die ERM in der Hauptsache als Objekt wissenschaftlicher Forschung betrachtet. Wir wollen etwas zu der Kenntnis darüber beitragen, nach welchen mathematisch-logischen und technischen Regeln ein solcher Automat zweckmäßig gebaut wird. Selbstverständlich erfordert dies, daß wir – gewissermaßen als Existenzbeweis – unsere Regeln auch in einer gebrauchsfähigen Maschine realisieren. Trotzdem wird diese mehr Studienobjekt als Selbstzweck bleiben.“ (Piloty [26]) Weitreichende Folgen hatte die Befolgung seines „ersten Leitgedankens“:

„Wir halten unsere Aufgabe angesichts des bereits hohen Standes der Technik für so schwierig, daß sie die *Zusammenarbeit* eines mathematischen und eines elektrotechnischen Instituts, wenigstens bei den an unserer Hochschule vorliegenden Verhältnissen, notwendig macht. Es ist mir eine besondere Freude gewesen, auch meinen mathematischen Kollegen, Herrn Professor *Sauer*, für diesen Gedanken gewonnen zu haben, so daß unsere Institute jetzt aufs engste zusammenarbeiten. Obwohl wir gerade erst in das Stadium der Arbeit eintreten, in dem die Mathematiker ihr gewichtigstes Wort zu sprechen haben, ich meine bei Befehlsverschlüsselungs-, Programmierungs- und Steuerungsfragen – haben wir doch wertvolle Hinweise arithmetischer Art auch schon beim Entwurf und Aufbau des Rechenwerks verwerten können.“ (Piloty [26])

Unter der Projektleitung von Robert Piloty wurde die PERM dann realisiert, wobei H.O. Leilich für den Trommelspeicher, W.E. Proebster für das Rechenwerk und von seiten der Mathematik F.L. Bauer und K. Samelson u.a. für die Programmierung in einem umfassenden Sinne zuständig waren.

Aus dieser Liste allein wird klar, welche Bedeutung die PERM-Entwicklung über das Schaffen eines Rechners hinaus hatte.

Petzold [25] formuliert dies m.E. sehr schön: „Die anhaltende Qualifizierung einer wachsenden Zahl von Studierenden und Lehrenden, die Publikation der Fragestellungen und Forschungsergebnisse, die Pflege der Kontakte zu allen Stellen in der Welt, an denen über das neue Gebiet etwas zu erfahren war, und zu solchen, die etwas erfahren wollten, bildete eine in ihrer Bedeutung kaum zu überschätzende Voraussetzung für die Verbreitung der von der Industrie schon bald in unaufhörlich wachsender Zahl fabrizierten Rechner aller Art“ und – darf ich ergänzen – für die Etablierung der Informatik. In Parenthese füge ich hinzu, daß m.E. die beste Förderung der Wirtschaft durch die Universitäten in einer exzellenten Ausbildung besteht.

Auf unserer Zeitskala sind wir jetzt in der zweiten Hälfte der 50er Jahre angekommen. Von den Universitäten werden Wünsche nach Rechenanlagen insbesondere bei der DFG vorgebracht. Dabei spielt auch die ZUSE KG mit der Maschine Z22 nochmals eine bedeutende Rolle. An den Hochschulen bilden nun – vor allem diese – Rechner Kristallisationskeime für das sich entwickelnde Gebiet der Informatik.

3. Eigenschaften von Computern

Jetzt war der Computer bekannt, und Anfang der 60er Jahre sind Computer in Industrie, Wirtschaft und in der Wissenschaft in breiterem Einsatz, jedoch dauert es noch etwa 10 Jahre bis das Fach Informatik an mehreren Hochschulen vertreten ist.

Woran liegt das?

Genügt ein – wenn auch komplexes – technisches Gebilde zur Begründung einer Wissenschaft?

Betrachten wir dazu einmal Autos: Sie sind geradezu allgegenwärtig, sie beeinflussen entscheidend die Wirtschaft, sie ersparen dem Menschen Zeit, sie sind (einigermaßen) zuverlässig und sie sind, bezogen auf ihre Leistung, billig (betrachten wir ihr Äquivalent in anzuschaffenden und zu pflegenden Pferden).

Es gibt aber keine Wissenschaft, die sich ausschließlich mit Autos beschäftigt, sondern man widmet sich ihnen innerhalb des Maschinenbaus.

Worin liegt der Unterschied zum Computer?

In dem einführenden Lehrbuch von Goldschlager/Lister [13] ist außer drei kennzeichnenden Eigenschaften, nämlich

- Geschwindigkeit
- Zuverlässigkeit
- Kosten,

die auch für Autos gelten, als viertes Merkmal

- die Fähigkeit zur Speicherung großer Informationsmengen

aufgeführt. Dabei nicht explizit erwähnt, ist

- die Fähigkeit von Computern, (codierte) Algorithmen auszuführen

(wohl weil im Buch dieser Aspekt den größten Raum einnimmt).

Um zu klären, warum ich diese letzten beiden Punkte insbesondere in ihrer Kombination für essentiell halte, ohne allerdings die anderen als irrelevant zu betrachten, will ich auf den Begriff des „Algorithmus“ näher eingehen.

Zunächst einmal ist zu betonen, daß der Algorithmus nicht Neues ist, sondern in der Mathematik seit den Griechen bekannt ist². Allerdings stand er nicht im Mittelpunkt der Betrachtungen bis in der Grundlagenkrise der Mathematik im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts die Notwendigkeit einer Präzisierung dieses Begriffes offensichtlich wurde.

In den 30er und 40er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden mehrere Vorschläge dazu gemacht, die sich alle als (beweisbar) äquivalent herausstellten und von denen der 1936 von A.M. Turing präsentierte der - gerade in Verbindung zu den erst später entwickelten Computern - m.E. anschaulichste ist. Turing [32] schlug ein abstraktes Modell vor, später als Turingmaschine bezeichnet, dessen Vorgehensweise wir beispielhaft an der Berechnung einer einstelligen Funktion f (von N in N) grob skizzieren wollen: Sie verfügt über ein potentiell unendlich langes Band, das in Felder unterteilt ist, in die jeweils ein Symbol aus einer endlichen Menge geschrieben werden kann und einem darauf beweglichen endlichen Automaten. Dieser befindet sich in einem von endlich vielen Zuständen und kann das Feld, auf dem er steht, lesen und beschreiben; außerdem kann er sich „in jedem Schritt“ um ein Feld nach links oder rechts bewegen oder stehenbleiben. In unserem Beispiel ist das Argument x , für das wir $f(x)$ berechnen wollen, z.B. in Dezimalnotation, in die „ersten“ Felder des Bandes geschrieben. Der Automat steht auf dem vordersten Feld. Wir wollen jetzt den Automaten veranlassen, den Wert $f(x)$ zu „berechnen“ und hinter das Argument, z.B. wieder in Dezimalnotation, in die Felder des Bandes einzutragen. Man erreicht dies, in dem man ihm ein (endliches) Programm, das natürlich im Hinblick auf die zu berechnende Funktion festgelegt werden muß, mitgibt. Es besteht aus Befehlen der folgenden Form:

„Ist der Automat im Zustand z und liest er das Symbol x , so geht er in den Zustand z' über, schreibt x' auf das Feld, auf dem er steht und bewegt sich danach um ein Feld nach links oder rechts bzw. bleibt auf diesem Feld stehen.“

² „Informatics is considering constructive processes which achieve results *algorithmically*, i.e. in a finite number of steps representing elementary operations which may be implemented based on physical or chemical processes. In hardware design informatics is concerned with the implementation of these elementary operations [...]. But software represents this *algorithmic knowledge* in pure form: It solely consists of the data which when interpreted in an appropriate context describe the algorithms.

Software represents algorithmic knowledge in contrast to the analytic knowledge which we are used to in many other sciences. Herbert A. Simon (1996) discusses at length that algorithmic knowledge is a relative newcomer amongst scientists although the concept goes back to Euclid.“ (Goos [13])

Wählt man eine anthropomorphe Beschreibung – eine entsprechende hat Turing auch benutzt –, so kann man die Zustände als Kurzzeitgedächtnis auffassen – was aber nicht bedeutet, daß sie nur eine begrenzte Zeit intakt blieben – und das Band als Ein- und Ausgabemedium und zum Notieren von Zwischenergebnissen. Der Bereich, der dafür benutzt werden darf, kann nicht beschränkt werden, es sei denn, man begnügt sich mit möglichen Teilklassen von Funktionen, die berechnet werden können.

Die Möglichkeit der Fallunterscheidungen mit Hilfe der Zustände stellen m.E. den besonderen Vorteil dieser Modellierung dar, und sie hat weitreichende Konsequenzen.

Es besteht inzwischen weitestgehend Einigkeit darüber, daß die Turingmaschine ein adäquates Modell für den Begriff der Berechenbarkeit darstellt – die Gründe dafür aufzuzählen, würde den Rahmen sprengen –. Dies findet seinen Ausdruck z.B. in der Church-Turing-These, die besagt, daß alles, was im intuitiven Sinne berechenbar ist, auch mit einer Turingmaschine berechnet werden kann und umgekehrt.

Von besonderer Bedeutung für die Informatik war Turings Beweis der Existenz einer sog. universellen Maschine.

Wir haben oben gesagt, daß eine Turingmaschine, die eine bestimmte Funktion berechnen soll, mit einem speziellen Programm zu versehen ist. Damit wird sie dann – bei einer totalen Funktion – für ein beliebiges Argument (auf dem Band) den Funktionswert bestimmen.

Eine universelle Maschine kann dagegen alle (berechenbaren) Funktionen berechnen, wenn sie als Eingabe nicht nur das Argument erhält sondern auch eine Beschreibung des Programms für eine zu berechnende Funktion. Sie kann in heutiger Sprechweise eine beliebige Turingmaschine „simulieren“, wobei zu beachten ist, daß auf dem Band beliebig viele Felder benutzt werden können.

Folgerichtig bezeichnet man als Universalrechenautomaten einen Computer, der in der Lage ist, einen beliebigen anderen Computer zu simulieren, d.h. dieselben Ergebnisse zu erhalten wie dieser, wobei vorausgesetzt wird, daß er über einen entsprechend großen Speicher verfügt. John von Neumann, der die Turingsche Arbeit kannte, hat dies wohl als erster explizit formuliert; er wies darauf hin, daß es keinen prinzipiellen Unterschied zwischen Programm und Daten gibt.

4. Einsatz von Computern

Unsere Diskussion über den Einsatz von Rechnern und ihr Einfluß auf unsere Gesellschaft sei mit einem Zitat eines Philosophen eröffnet.

Max Bense erweist sich als außerordentlich weitsichtig, wenn er 1955 – übrigens zu einem Zeitpunkt, zu dem „in der Bundesrepublik die ersten elektronischen Rechner von UNIVAC oder IBM gekauft oder gemietet werden konnten“ (Petzold [25]) in seinem Vorwort zu dem Buch „Denkmaschinen“ von L. Couffignal [5] schreibt:

„Nicht die Erfindung der Atombombe ist das entscheidende technische Ereignis unserer Epoche, sondern die Konstruktion der großen mathematischen Maschinen, die man, vielleicht mit einiger Übertreibung, gelegentlich auch Denkmaschinen genannt hat. Diese Feststellung begründet sich auf der Tatsache, daß die Technik mit ihnen einen neuen Aufgabenbereich, fast möchte man sagen: einen neuen Sinn gewonnen hat.“

Es handelt sich jetzt nicht mehr nur darum, [...] Energie zu erzeugen und Arbeit zu leisten, sondern vor allem darum, [...] mit Hilfe von Maschinen Kommunikation (Telephon) und Information (Rechenmaschine) zu ermöglichen, deren Zustandekommen ehemals Schwierigkeiten bereitete oder ausgeschlossen war. Tiefer als bisher ist damit die Technik in unser soziales und geistiges Leben eingebrochen.“

Nachdem wir die Herausbildung der Rechenautomaten und die Formalisierung des Algorithmusbegriffes und ihre Beziehung zueinander skizziert haben, werden wir die historische Entwicklung nicht weiter verfolgen, sondern aufzeigen, warum Computer in der Industrie, der Wirtschaft und der Wissenschaft einen solch breiten Einsatz gefunden haben. Es muß allerdings in diesem Zusammenhang hervorgehoben werden, daß die Verbreitung ungleich weniger durchgreifend gewesen wäre, wenn nicht zuerst durch die Transistorisierung und dann durch die fortschreitende Miniaturisierung aus den geradezu monströsen Rechnern, bezogen auf Größe und Preis, fingernagelgroße und wenige hundert Mark teure Prozessoren geworden wären.

4.1 Änderungen in der Wissenschaft

Der Ausdruck „Universalrechenautomat“ ist nicht nur in der o.a. „technischen“ Bedeutung gültig, sondern liefert zugleich einen Hinweis auf seine Einsatzmöglichkeiten: Am ausführlichsten wollen wir darauf eingehen, welche Änderungen durch die Rechner in der Wissenschaft bewirkt wurden, weil sie m.E. exemplarisch auch für die anderen Bereiche sind und auch weil wir dazu Aussagen John von Neumanns vorliegen haben. In der Wissenschaft, vor allem an den Universitäten, wurde der Rechner zunächst seiner Bezeichnung entsprechend eingesetzt. So wird z.B. in Furger und Heintz [11] über die Situation an der ETH Zürich, die wie erwähnt, seit 1950 Erfahrungen mit der Zuseschen Z4 gesammelt hatte, gesagt: „Der Bau der ERMETH hatte eine primär instrumentelle Funktion: Es ging darum, das ‘programmgesteuerte Rechnen’ und mit ihm die angewandte Mathematik zu fördern, und dazu brauchte man einen Computer.“ Aiken [1] ist vor allem am Einsatz bei der Lösung physikalischer Probleme interessiert: „The present development of theoretical physics through wave mechanics is based entirely on mathematical concepts and clearly indicates that the future of the physical sciences rests in mathematical reasoning directed by experiment. At present there exist problems beyond our ability to solve, not because of theoretical difficulties, but because of insufficient means of mechanical computation.“

John von Neumann [34] sieht 1954, als er sich schon etwa zehn Jahre mit Rechnern und ihren Anwendungen befaßt hatte, einen breiteren Einsatzbereich:

„Wie Sie wissen, ist der Zweck einer Rechenmaschine lediglich, eine menschliche Tätigkeit, die man selbstverständlich auch ohne maschinelle Hilfe durchführen könnte, nämlich das Lösen von mathematischen Problemen durch Rechnen, zu beschleunigen [...]. Es handelt sich dabei größtenteils um das Auflösen von Problemen, die entweder aus der reinen Mathematik oder aus der angewandten Mathematik oder aus den angrenzenden Wissensgebieten – Physik, Chemie usw. – herrühren, wobei das Problem unter Umständen gar nicht ein Rechenproblem ist. Man sucht nach der Lösung einer partiellen Differen-

tialgleichung, man sucht nach der Lösung einer Integralgleichung, man sucht nach einem Objekt, welches irgendwie durch die Angabe von gewissen Eigenschaften eindeutig bestimmt ist. Daher muß man die eigentliche Zielsetzung zunächst durch eine ziffernmäßige Rechnung ersetzen. Das ist etwas, was die Maschine nicht leisten wird. Also man muß sich vorher überlegt haben, wie das Problem, auf das es ankommt, in eine ziffernmäßige Rechnung zu übersetzen ist [...]. Damit hat die Maschine nichts zu tun. Das ist ein Teil der intellektuellen Vorbereitung, die mit den normalen Mitteln der Mathematik oder der angewandten Mathematik oder der mathematischen Physik durchgeführt werden muß.“

Er deutet hier auf eine m.E. höchst bedeutsame Nutzung des Rechners hin, nämlich *Modelle* zu bearbeiten, sowohl Modelle physischer Strukturen oder Prozesse, wirtschaftlicher Abläufe oder abstrakt gegebener Systeme. Mein früh verstorbener Kollege V. Cherniavsky identifizierte gar die Informatik mit „interpretierbarer Modellierung“. In seinem o.a. Vortrag geht von Neumann exemplarisch auf die „rechnerische Behandlung der dynamischen Untersuchung der Atmosphäre“ ein.

Ein anderer, für die Durchsetzung der Rechner entscheidender Punkt ist der des „Hof-fähigmachens“ numerischer Lösungen – im Gegensatz zu „geschlossenen Lösungen“ der (vor-maschinellen) Mathematik.

Auch dieser Aspekt wird in dem Vortrag (bzw. in der sehr ausführlichen Diskussion) John von Neumanns angesprochen, allerdings drückt er sich vorsichtig aus. Lassen Sie uns die betreffende Passage sehr ausführlich zitieren:

G. Hoheisel stellte folgende Frage:

„Manche Probleme, zum Beispiel, wann eine Differentialgleichung auf Quadratur zurückführbar ist, hatten für den angewandten Mathematiker eine Bedeutung. Ich wollte fragen, ob derartige theoretisch bedeutsame Fragestellungen auch heute noch in der Praxis von Bedeutung sind, oder ob man die Programmierung heute sofort vornimmt, ohne auf solche theoretischen Erwägungen einzugehen.“

John von Neumann:

„Diese Frage ist sehr wichtig. Man kann, wenn man eine partielle Differentialgleichung hat und absolut nichts darüber weiß, wie weit sie mit analytischen Mitteln zu lösen oder zumindest zu vereinfachen ist, mangels tieferer Einsichten direkt und „gewaltsam“ vorgehen, d.h. sie durch direkte arithmetische schrittweise Näherungsverfahren lösen. Wenn man aber eine analytische Lösung kennt, so kann man das schneller ausrechnen [...]. Die Kriterien, auf Grund derer man ein Problem oder besser gesagt eine Auflösungsprozedur für ein Problem wertet, d.h. „schwer“ von „leicht“ unterscheidet, haben sich jetzt verschoben. Aber mathematisch-analytische Einsicht ist immer noch eines dieser Kriterien, in der Tat, sie ist wohl immer noch das wichtigste, aber sie ist nicht mehr in dem Maße überwiegend, wie sie es früher war.“

Aber es wurden nicht „nur“ numerische Lösungen akzeptiert in Fällen, in denen analytische nicht erreichbar waren, sondern auch Probleme wurden mit exakten Methoden behandelbar, z.B. im Zusammenhang mit Matrizen, an deren Lösung in der vor-maschinellen Zeit ihrer schieren Größe wegen nicht zu denken war – natürlich trug auch das rapide steigende Speichervolumen dazu bei –. So sind z.B. Gleichungssysteme (sogar nicht-

lineare) mit mehreren Millionen von Unbekannten, wie sie z.B. im Maschinenbau bei Finite-Element-Methoden auftreten, lösbar geworden (Oosterlee et al. [24]) (daß dabei gewisse Bedingungen zu beachten sind, sei hier einmal vereinfachenderweise unterschlagen).

Noch ein anderer wichtiger Punkt wurde von G. Hoheisel angesprochen:

„Man hat früher nicht-lineare Systeme durch lineare approximiert. Wird man das heute auch noch tun oder wird man lieber die Programmsteuerung direkt auf das nichtlineare System abstellen?“

John von Neumanns Antwort:

„Soweit man lineare Techniken gut beherrschte und die nicht-linearen nur sehr unvollkommen, war man in der Vergangenheit sehr darauf angewiesen zu linearisieren, gleichgültig ob dies als mathematische Näherung mehr oder weniger gerechtfertigt war. Nun gibt es Fälle, wo man durch Linearisierung recht viel verliert. In diesen Fällen wird man jetzt, wo man nunmehr auch einfach direkt ‘durchrechnen’ kann, nicht mehr linearisieren.“

Die Verfügbarkeit von Rechnern führte zu grundlegenden Änderungen in der Methodik der Angewandten Mathematik und hatte z.B. den Einsatz von Monte-Carlo-Methoden und von probabilistischen Algorithmen zur Folge.

4.2 Änderungen in der Wirtschaft

Die Nutzung von Rechenanlagen in der Wirtschaft ergab sich fast zwangsläufig: Große und mittlere Unternehmen waren an den Einsatz von Lochkartenmaschinen gewöhnt (und auch darauf angewiesen), und so verlangten die größeren Möglichkeiten, die sich durch ihren Anschluß an Rechenautomaten boten, kein entscheidendes Umdenken. Zunächst stand die Automatisierung der Buchhaltung, der Lohnabrechnung und dann des gesamten Bestell- und Rechnungswesens an, wobei *ein* zentraler Rechner das Herz bildete. Alle Daten liefen in Form von Lochkarten und später von Magnetbändern zu ihm und Ergebnislisten wurden manuell weiterverarbeitet. Aber auch in diesem Umfeld erwiesen sich die Möglichkeiten der Modellbildung und der Verwendung von Modellen im Computer als höchst hilfreich bei der Integration der einzelnen Abläufe, so daß insbesondere mit dem Aufkommen von PCs und lokalen Netzen auf dieses Hilfsmittel nicht mehr verzichtet werden kann.

Neben dieser geradezu konsequenten Übernahme von Geschäftsabläufen in Computer, werden sie auch für neuartige Aufgaben eingesetzt, von denen hier nur exemplarisch ein „Elektronisches Auskunftssystem über die Verfügbarkeit von Passagierplätzen im Luftverkehr“ genannt sei, übrigens der Titel eines Aufsatzes von R. Piloty und H. Zschekel im 1. Heft der „Elektronische Rechenanlagen“ 1959 [27].

Die Einbeziehung von Methoden des Operations Research und der Prozeßautomatisierung führte und führt zu immer mächtigeren Systemen, wobei auch solche zu nennen sind, die zur Neuentwicklung höchst komplexer technischer Produkte durch vernetzte, global positionierte Teams beitragen.

4.3 Prozeßautomatisierung

Hinter dem Begriff der „Prozeßautomatisierung“ steckt ebenfalls eine ungeheuer erfolgreiche Entwicklung, bei der der Rechnereinsatz das integrative Element zwischen Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik darstellt.

Nach mechanischer Regelung z.B. bei Wasserspeichern oder der Dampfmaschine wurden zunächst spezielle elektrische Regler eingesetzt. Rechner, insbesondere in ihrer geringfügig modifizierten Form als Prozeßrechner, erlaubten vor allem durch ihre Geschwindigkeit, ihr Speichervolumen und die Fähigkeit nichtlinear zu regeln, einen wesentlichen Sprung. Sie werden zur Steuerung und Regelung von Produktionsabläufen, in praktisch allen Bereichen eingesetzt, zuerst wohl bei der Papierherstellung und in Walzwerken. (Robotern müßte ein eigener Vortrag gewidmet werden.) Mit der Fähigkeit der Computer zur Bildverarbeitung und Mustererkennung erweiterten sich die Nutzungsfelder, wobei vor allem auch im militärischen Bereich naheliegende Anwendungen zu finden sind. Dort machte man von Spezialrechnern, wie z.B. dem *Colossus* in England, frühzeitig Gebrauch beim „Knacken“ von verschlüsselten Nachrichten und generell beim Chiffrieren und Dechiffrieren, wie überhaupt die moderne Kryptologie ohne Rechner nicht denkbar ist.

Weniger spektakulär, aber von größerem Einfluß auf unser tägliches Leben sind die Rechner in den sog. „eingebetteten Systemen“. In Haushalts- und Bürogeräten, in der Unterhaltungselektronik, Geräten zur Unterstützung bei Behinderungen oder auch Autos sind eine große Zahl von Rechnern vorhanden, ohne daß wir sie zu Gesicht bekämen oder sie sonst bewußt wahrnehmen könnten.

4.4 Sichten auf den Computer

Die Andeutungen des vorigen Abschnittes sollten ausreichen, um klar gemacht zu haben, daß die zu Beginn geschilderten Entwicklungsstränge im Computer zusammenlaufen.

Stellen wir kurz die verschiedenen Fähigkeiten von Computern und die daraus resultierenden Anwendungsmöglichkeiten zusammen:

Der Computer ist

- eine symbolverarbeitende Maschine und läßt sich damit z.B. zu Buchhaltungszwecken als Auskunftssystem, zur Programmübersetzung und zu linguistischen Untersuchungen einsetzen
- eine Rechenmaschine, die dank ihrer Geschwindigkeit und ihres Speichervolumens die Möglichkeiten zur Modellierung und damit Beherrschbarkeit komplexer Systeme ungeheuer erweitern half
- eine logische Maschine, die (in noch bescheidenem Umfang) Beweise finden kann und in Interaktion mit dem Menschen diesen Vorgang eindrucksvoll unterstützt³

³ J. von Neumann [31] stellt lapidar fest: „Es handelt sich bei der Ziffernmaschine um eine logische Maschine.“ Und Zuse bemerkt (zitiert nach Kaufmann [18]): „Die Relaismaschine war gewissermaßen von vornherein materialisierte Logik.“ (Damit ist allerdings noch nichts über ihre Einsatzmöglichkeit gesagt.)

- ein Automat, der versehen mit Sensoren und Aktuatoren, z.B. autonom (als Roboter) handeln kann und mit dem Menschen über Sprachein- und -ausgabe kommuniziert
- ein Medium als Teil des Internet (dieser Aspekt, den wir hier nur erwähnen wollen, ist in Coy [6] ausführlich untersucht).

Wir haben bereits mehrfach den Begriff „Universalrechenautomat“ gebraucht, und ich denke, die vorstehende Charakterisierung liefert weitere Belege für die Richtigkeit dieser Bezeichnung – auch in einem naiven Sinne verstanden.

Die drei erstgenannten Punkte beschreiben den Werkzeugcharakter des Computers, eines universell einsetzbaren Werkzeuges. Er hat, ähnlich wie das Messer, eines der wohl ersten Werkzeuge des Menschen, nicht nur die unterschiedlichsten Einsatzgebiete, sondern (daraus resultierend) auch die unterschiedlichsten Erscheinungsformen, vom Mikroprozessor über PC, „Main frame“-Rechner, Prozeßrechner bis zu Größt- und Parallelrechner. Ebenso wenig wie man von einem Menschen erwarten würde, gleich gut mit dem ganzen Spektrum von Messern, vom Miniskalpells bis zum Schneider von Metallplatten, hantieren zu können, ebenso wenig werden diese verschiedenartigen Computer einfach benutzbar sein. Und hierin liegt ein weiterer bedeutender Unterschied zum Auto: Der Führerschein bestätigt ja gerade das Fahrenkönnen eines beliebigen Autos (zumindest einer Klasse).

Die „universelle“ Fähigkeit des Computers ist seine Stärke, aber auch in gewisser Weise seine Schwäche: Sie macht es erforderlich, ihn an die gewünschte Aufgabenstellung anzupassen, sprich, ihn zu programmieren. Auch dies ist nichts prinzipiell Neues: „Long before the word *software* came into general use, there was a need to describe longer, complicated sequences of calculation. For this purpose, it was patent to support the writeup of intermediate results on paper by forms indicating the course of calculation. For example, the well-known Horner scheme, published by W.G. Horner as early as 1819 [...] Its course of calculation can be described by a printed blank [...]. Konrad Zuse, in 1935, was lead by a blank of this kind used in calculating the superposition of two rectangular moment areas to his first ideas about a formula-controlled computer [...]. In a sense, these blanks and stencils could be regarded as early forms of guide lines for *soft support* of a human calculator. We could say, that this sort of software was what the patent office in these days called derogatorily ‘Anweisung an den menschlichen Geist’ and what it did not consider patentable.

But software, as it developed in the late 40’s and early 50’s after the arrival of program-controlled machines, happened to do more.“ (Bauer [3])

Für die frühen Computer wurde die Programmerstellung noch nicht als problematisch angesehen, einfach deshalb, weil der wissenschaftlich ausgebildete Personenkreis, dem sie zugänglich waren, mit den Algorithmen auch die Programme entwarf bzw. gewisse Standardroutinen von den Rechnerentwicklern kostenlos mitgeliefert erhielt. (Wegen der üblicherweise sehr geringen Speichergröße war dies allerdings oft auch keine einfache Aufgabe.)

Dies änderte sich mit dem oben beschriebenen Einsatz des Computers in immer neuen Gebieten, und mit zunehmender Komplexität der Anwendungen wuchsen die Programme.

Bald wurde klar, daß die Programmerstellung von einer „Kunst“ zu einer „Wissenschaft“ mutieren mußte, die mit dem Begriff „Software Engineering“ bezeichnet wird.

Ich will hier nicht näher auf diese Entwicklung eingehen, sondern auf einen einschlägigen Konferenzband [19] verweisen, dies vor allem deshalb, weil m.E., wie schon mehrfach betont, der Computer an erster Stelle steht. „Programs exist only because we write them, we write them only because we have built computers on which to run them, and the programs we write ultimately reflect the structures of those computers.“ (Mahoney [23]) (Dies muß allerdings nicht unbedingt so bleiben – objektorientierte Programmierung könnte schon als ein Ansatz zur Veränderung gesehen werden –, und es sollte sich auch in die Richtung einer stärker menschenbezogenen Vorgehensweise entwickeln.)

Die Eigenheiten der Software-Erstellung sollen hier nicht ausführlich behandelt werden. Deshalb sei dieser Abschnitt mit einem nur kurzen Resümee geschlossen:

- Die Vielfalt der Einsatzgebiete des Computers verlangt das Erstellen immer neuer Programme.
- Die gleiche Wirkung kann durch (unendlich) viele Programme erzielt werden.
- Für Programme können die unterschiedlichsten Komplexitätsmaße sinnvoll sein, z.B. Zeit- oder Speicherbedarf, Zeilenzahl, Verständlichkeit, Erweiterbarkeit, Wiederverwendbarkeit, ... und Kombinationen davon.

5. Der Begriff „Informatik“

In diesem Abschnitt wollen wir auf unsere Ausgangsfrage zurückkommen.

Ich versuchte meine Auffassung von der Wichtigkeit des Computers für die Informatik dadurch zu erklären, daß ich u.a. auf die Auswirkungen, die seine Verbreitung mit sich brachte, ausführlich einging. Wie schon eingangs erwähnt, wird diese Sicht aber nicht allgemein geteilt. Es zeigt sich vielmehr, daß der Begriff Informatik im Verlauf der letzten dreißig Jahre beachtliche Wandlungen erfuhr, wie unschwer an den Inhalten der Informatik-Curricula deutscher Universitäten zu erkennen ist. Aus Zeitgründen will ich sie aber nicht nachzeichnen. Vielmehr will ich einige Zitate anführen, die Ihnen einen Eindruck von der Spannweite der Auffassungen vermitteln sollen.

Wenn ich auch auf der herausragenden Bedeutung des Computers für die Informatik insistiere, möchte ich die Informatik doch breiter verstanden wissen als dies z.B. Rechenberg [30] tut:

„Die Informatik ist auf das engste mit dem Computer – zu deutsch, der ‘elektronischen Rechenanlage’ – verknüpft. Solange es keine Computer gab, gab es auch keine Informatik, und manchmal wird die Informatik sogar als die Wissenschaft vom Computer definiert.“

Bei Goos [15] wird auf diese Auffassung hingewiesen, er geht aber deutlich weiter:

„Wir sehen heute die wesentlichen Aufgaben der Informatik in der Analyse, dem Entwurf und der Realisierung komplexer, diskreter Systeme sowie in der Anpassung solcher Systeme an gegebene Einsatzbedingungen.“

Dies wurde und wird nicht immer so gesehen. In der Anfangszeit wurde Informatik vor allem als die Kunst oder die Technik begriffen, Aufgaben der Informationsverarbeitung

mit technischer Unterstützung durch Rechner zu meistern, oder solche Rechner selbst zu entwerfen und zu bauen [...]. Diese Auffassung ist nicht falsch: Einsicht in komplizierte Sachverhalte zu gewinnen, sich ein Modell von der Struktur der Zusammenhänge zu machen oder komplexe Systemstrukturen selbst zu entwerfen, ist eine Aufgabe der Informationsverarbeitung. Wenn der Mensch Unterstützung für solche Aufgaben sucht, die er letztlich mit seinem Hirn bewältigen muß, verwendet er heute Rechner. Die Informatik soll ihm dabei helfen.“

Im folgenden Zitat (Wilhelm [35]) wird zunächst eine lange Zeit weit verbreitete Sicht genannt, dann aber auf die Beherrschung komplexer Prozesse verwiesen:

„Üblicherweise bezeichnet man als Informatik die Wissenschaft von der systematischen Darstellung, Erkennung, Verarbeitung, Speicherung und Übertragung von Information unter besonderer Berücksichtigung ihrer Verarbeitung in digitalen Rechnersystemen [...]. Ihre besondere Bedeutung liegt [...] in der Entwicklung und Bereitstellung von Methoden zur Beherrschung und effizienten Nutzung hochkomplexer Prozesse und Strukturen.“

Recht vorsichtig an eine Bestimmung des Begriffs geht Brauer [4] heran, formuliert aber weitgespannte Einflußsphären:

„Das Gebiet der Informatik läßt sich wegen ihres universellen Charakters nicht einfach eingrenzen; der Begriff Informatik kann nicht knapp definiert werden, er hat sich in den letzten Jahren stark erweitert und wird sich schnell weiterentwickeln. Aber man kann sicher feststellen, daß der Ausgangspunkt der Denkansätze in der Informatik fast immer das Bemühen ist, Aspekte intelligenten Verhaltens von Lebewesen formal zu modellieren, um entsprechende formale Modelle als Unterstützungssysteme für den Menschen praktisch zu realisieren – oder, natürlich nur in eingeschränktem Maße, um das Verhalten der Lebewesen mit Hilfe der Informatik besser zu verstehen. []

Etwas allgemeiner könnte man sagen: Informatik ist die (Ingenieur-) Wissenschaft von der theoretischen Analyse und Konzeption, der organisatorischen und technischen Gestaltung sowie der konkreten Realisierung von (komplexen) Systemen aus miteinander und mit ihrer Umwelt kommunizierenden (in gewissem Maß intelligenten und autonomen) Agenten oder Akteuren, die als Unterstützungssysteme für den Menschen in unsere Zivilisation eingebettet werden müssen [...].“

Nach Coy et al. [8] ist die „universitäre Informatik [...] zufällige, aber wissenschaftspolitisch gewollte Auswahl und Abgrenzung. [...]

Allen Definitionen der neuen Wissenschaft der Informatik gemeinsam ist, daß sie sich von anderen Forschungsansätzen absetzen: Von der Kybernetik, von der Semiotik, von der Automatisierungstechnik, von der Numerik und der Instrumentellen Mathematik, der Formalen Logik und der Berechenbarkeitstheorie, von der Betrieblichen Datenverarbeitung, vom Operations Research, der Systemtheorie, der Informationstheorie, der Kodierungstheorie, der Kryptografie, der Spieltheorie, von der Halbleitertechnik und der Mikroelektronik, von der Speichertechnik, aber auch von der Prozeßautomatisierung, der Nachrichtentechnik oder der Bionik.“

Wenn ich auch dieser Aussage zustimmen kann, muß ich sie doch dahingehend ergänzen, daß die Informatik aber oft wesentliche Teile der genannten Bereiche aufgenommen hat und sie andererseits auch stark beeinflusste.

Um Ihnen einen noch breiteren Eindruck von den unterschiedlichen Auffassungen über Informatik zu vermitteln, sei exemplarisch noch auf die Stellungnahmen von Denning [9], Goos [14], Loui [22], Plaice [28], Stewart [31] und Wulf [37] verwiesen.

Die geradezu enthusiastische Auffassung von Hartmanis [17] beschließe meine Zitatensammlung:

„I personally believe that computer science is not only a rapidly maturing science, but that it is more. Computer science differs so basically from the other sciences that it has to be viewed as a new species among the sciences, and it must be so understood. Computer science deals with information, its creation and processing, and with the systems that perform it, much of which is not directly restrained and governed by physical laws. Thus computer science is laying the foundations and developing the real search paradigms and scientific methods for the exploration of the world of information and intellectual processes that are not directly governed by physical laws. This is what sets it apart from the other sciences [...].

The computer scientist has to create many levels of abstractions to deal with these problems. One has to create intellectual tools to conceive, design, control, program, and reason about the most complicated of human creations. Furthermore, this has to be done with unprecedented precision. The underlying hardware that executes the computations are universal machines and therefore they are *chaotic systems*: the slightest change in their instructions or data can result in arbitrarily large differences in the results. This, as we all know, is an inherent property of universal computing devices (and theory makes clear that giving up universality imposes a very high price). Thus computer scientists are blessed with a universal device which can be instructed to perform any computation and simulate in principle any physical process (as described by our current laws of physics), but which is therefore chaotic and must be controlled with unprecedented precision. This is achieved by the successive layers of implemented abstraction wrapped around the chaotic universal machines that help to bridge the many orders of magnitude in the scale of things.

Somewhat facetiously, but with a grain of truth in it, we can say that computer science is the engineering of mathematics (or mathematical processes). In these terms we see very strongly that it is a new form of engineering.

I am deeply convinced that we should not try to draw a sharp line between computer science and engineering and that any attempt to separate them is counterproductive.“

Insbesondere dieser Überzeugung von Hartmanis stimme ich rückhaltlos zu (und vertrete sie auch nicht erst seit heute (s. z.B. Vollmar [33]). Eine Abgrenzung zu den „Elternwissenschaften“ der Informatik, wozu Mathematik, Elektrotechnik und Physik zählen, mag während der Identitätsfindung einer Wissenschaft und eines Faches während einer gewissen Zeit der Reife notwendig sein. M.E. ist die Informatik aber dieser Phase entwachsen.

Ebenfalls teile ich die Auffassung von Williams [36], der sinngemäß sagt, daß man fast jedes Ereignis, ordnet man ihm nur genügend Attribute zu, zu einem „ersten“ (seiner Art) deklarieren kann. Deshalb muß ich konsequenterweise Ihnen die Beantwortung meiner Titelfrage überlassen.

Literatur

- [1] H. AIKEN: Proposed automatic calculating machine (previously unpublished memorandum), IEEE Spectrum 62-69, 1964, zitiert nach Randell [29], 191 - 197
- [2] W. ASPRAY (Ed.): Computing Before Computers, Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1990
- [3] F.L. BAUER: A computer pioneers talk: Pioneering work in software during the fifties in Central Europe, in [19], 11-20
- [4] W. BRAUER: Informatik – Ein attraktives Fach, in: W. Brauer, S. Münch, Studien- und Forschungsführer Informatik, Springer, Berlin, 3. Auflage, 1996, 12-20
- [5] L. COUFFIGNAL: Denkmachines, Kilpper, Stuttgart, 1955
- [6] W. COY: Automat – Werkzeug – Medium, Informatik-Spektrum 18, 1995, 31-38
- [7] W. COY: Defining discipline, <http://waste.informatik.hu-berlin.de/Coy/CoyDefiningDiscipline.html>, 13 pp., 2000
- [8] W. COY, L. BONSIEN, J. KOUBEK & R. KUBICA: Informatik & Informationsgesellschaft, <http://waste.informatik.hu-berlin.de/Coy/Coy%20I&IG%202000%20PDFs/10-Gesch.d.FachsInformatik.pdf>
- [9] D. DENNING: Can there be a science of information? ACM Computing Surveys, 27, 1995, 23-25
- [10] H. H. DONT: Der Aufbau der Informatik an Deutschen Hochschulen, Elektronische Rechenanlagen, 26, 1984, 223-228
- [11] F. FURGER & B. HEINTZ: Wahlfreiheiten – Frühe Computerentwicklung am Beispiel der Schweiz, in: D. Siefkes, P. Eulenhöfer, H. Stach, K. Städtler (Hrsg.), Sozialgeschichte der Informatik, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1998, 231-253
- [12] W. GÖRKE: Zur Entstehung des Fakultätentags Informatik, in: 25 Jahre Fakultätentag Informatik 1973 - 1998, Universität Karlsruhe, 1998, 7-23
- [13] L. GOLDSCHLAGER & A. LISTER: Informatik – Eine moderne Einführung, Hanser, München, 1984
- [14] G. GOOS: Software as science? Universität Karlsruhe, ggoos@ipd.info.uni-karlsruhe.de, March 27, 2000
- [15] G. GOOS: Vorlesungen über Informatik, Band 1. Grundlagen und funktionales Programmieren, Springer, Berlin, 1995
- [16] F. R. GÜNTSCH: Geschichte der Informationstechnik, Vorlesungsskript, Universität Karlsruhe (TH), 1991
- [17] J. HARTMANIS: Turing Award Lecture: On computational complexity and the nature of Computer Science, ACM Computing Surveys, 27, 1995, 7-16
- [18] A. HYMAN: Charles Babbage, 1791-1871, Klett-Cotta, Stuttgart, 1987
- [19] ICHC 2000: Mapping the History of Computing - Software Issues, Heinz Nixdorf MuseumsForum Paderborn (Germany), April, 5-8, 2000

- [20] H. KAUFMANN: Die Ahnen des Computers, Econ, Düsseldorf, 1974
- [21] Kindlers Literaturlexikon, Kindler, Zürich, 1965, p. 4603
- [22] M. C. LOUI: Computer science is a new engineering discipline, ACM Computing Surveys, 27, 1995, 31-32
- [23] M. S. MAHONEY: Software as science – Science as software, in [19], 21-39
- [24] K. OOSTERLEE, A. SCHÜLLER & U. TROTTENBERG: Durchbruch im wissenschaftlichen Rechnen durch adaptive Mehrgitterverfahren auf Parallelrechnern, Der GMD-Spiegel 3, 1997, 15-18
- [25] H. PETZOLD: Moderne Rechenkünstler, Beck, München, 1992
- [26] H. PILOTY & R. PILOTY: Leitgedanken, Ziel und Stand der Münchener Entwicklung, in: L. Biermann (Hrsg.) Vorträge über Rechenanlagen, Max-Planck-Institut für Physik, Göttingen, 1953, 8-15
- [27] R. PILOTY & H. ZSCHEKEL: Elektronisches Auskunftssystem über die Verfügbarkeit von Passagierplätzen im Luftverkehr, Elektronische Rechenanlagen, 1, 1959, 6-16
- [28] J. PLAICE: Computer science is an experimental science, ACM Computing Surveys, 27, 1995, 33
- [29] B. RANDELL (Ed.): The Origins of Digital Computers - Selected Papers, Springer, Berlin, 2nd ed., 1975
- [30] P. RECHENBERG: Was ist Informatik? Hanser, München, 1991
- [31] N. F. STEWART: Science and computer science, ACM Computing Surveys, 27, 1995, 39-41
- [32] A. M. TURING: On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem Proc. London Math. Soc. 42, 1936, 230-265 *und* On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. A correction, Proc. London Math. Soc. 43, 1937, 544-546
- [33] R. VOLLMAR: Grenzüberschreitende Informatik? Techn. Bericht 1999-16, Universität Karlsruhe, Karlsruhe, 1999
- [34] J. VON NEUMANN: Entwicklung und Ausnutzung neuerer mathematischer Maschinen, Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, 45, 1954, in: J. von Neumann, Collected Works (ed. by A. H. Taub), Pergamon Press, Oxford, 1963, vol. V, 248-287
- [35] R. WILHELM: Informatik, Beck, München, 1996
- [36] M. WILLIAMS: The first computers, Vortrag im Rahmen des Symposiums „Sechzig Jahre Computergeschichte – Die Rechenmaschine Z3 von Konrad Zuse“ Berlin, 11.5.2001
- [37] W. A. WULF: Are we scientists or engineers? ACM Computing Surveys, 27, 1995, 55-57

- [38] K. ZUSE: The outline of a computer development from mechanics to electronics, in: Randell [29], 171 - 186 als Übersetzung von „Entwicklungslinien einer Rechen-
geräte-Entwicklung von der Mechanik zur Elektronik. Digitale Informationswandler
(Hrsg. W. Hoffman), Vieweg, Braunschweig, 1962, 508 - 532“